

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-060270

(43)Date of publication of application : 16.03.1988

---

(51)Int.Cl. C23C 14/06  
C23C 14/22

---

(21)Application number : 61-202722

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 30.08.1986

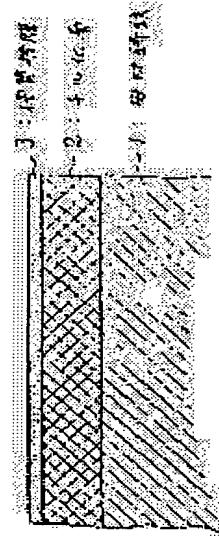
(72)Inventor : SHIMODA KENJI  
TOMOTA TAKASHI  
KOYAMA HARATSUGU

## (54) IMPROVEMENT FOR WEAR RESISTANCE OF CAST IRON

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To prevent occurrence of nonformed parts to a hard film and also to prevent occurrence of flaws such as crack, fracturing, etc., by previously chilling the surface of a cast iron and then by forming a hard film at the time of forming a hard film of TiC, TiN, etc., on the surface of a cast iron so as to improve wear resistance.

**CONSTITUTION:** In order to improve wear resistance at least in a part of the surface of machine parts made of cast iron, a layer of hard ceramics such as TiC, TiN, etc., is formed by a CVD or PVD method. At this time, cracking and fracturing occur to the hard ceramic layer when the cast iron it self, as a substrate, is soft and, moreover, there are cases where local nonformation of hard ceramic layer occurs to the graphite part at the surface of the cast iron. For the purpose of removing the above defects, the required part of the cast iron 1 is previously subjected to remelting by means of laser, electron beam, plasma arc, etc., and the to solidification by rapid cooling to undergo formation of a chilled layer 2, on which the hard ceramic layer 3 of TiC, TiN, etc., is formed by means of an ion plating method, a plasma CVD method, etc.



---

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑯ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 昭63-60270

⑤ Int. Cl. \*

識別記号 庁内整理番号  
8520-4K  
8520-4K

④公開 昭和63年(1988)3月16日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全 5 頁)

## ④発明の名称 鋳鉄の耐摩耗性向上方法

㉑特願 昭61-202722

㉙出願 昭61(1986)8月30日

⑦発明者 下田 健二 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
⑦発明者 友田 隆司 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
⑦発明者 小山 原嗣 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
⑦出願人 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
⑦代理人 井理士 豊田 武久 外1名

明 著 譜

## 1. 発明の名称

## 鋳鉄の耐摩耗性向上方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 鋳鉄の少なくとも一部の表面層をチル化し、そのチル化層の表面を研磨仕上げした後、PVDもしくはCVD処理によりチル化層表面に硬質被膜を生成させることを特徴とする鋳鉄の耐摩耗性向上方法。

(2) 前記チル化を、高密度エネルギーの照射による再溶融・急速再凝固によって行なう特許請求の範囲第1項記載の鋳鉄の耐摩耗性向上方法。

(3) 前記PVD処理として、イオンプレーティング法を用いる特許請求の範囲第1項記載の鉄の耐摩耗性向上方法。

(4) 前記CVD処理として、プラズマCVD法を用いることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の鍛鉄の耐摩耗性向上方法。

### 3. 発明の詳細な説明

### 産業上の利用分野

この発明は自動車部品等の各種機械部品などとして使用される鋳鉄部材の表面の少なくとも一部の耐摩耗性を向上させる方法に関し、特にCVDもしくはPVDによってTiNやTiCで代表される硬質セラミックなどからなる硬質被膜を鋳鉄表面に形成して、鋳鉄部材の耐摩耗性を向上させる方法に関するものである。

## 従来の技術

鋳鉄表面の耐摩耗性を向上させる方法としては種々の方法が知られているが、最近では特に耐摩耗性を著しく向上させ得る方法として、鋳鉄にCVD (Chemical Vapor Deposition) やイオンプレーティングなどのPVD (Physical Vapor Deposition) 、すなわち所謂気相メッキ法によってTiNやTiCで代表される硬質窒化物、硬質炭化物、硬質酸化物などの硬質セラミック物質を緻密にコーティングし、硬質被膜を鋳鉄表面に生成させる方法の研究が進められている。例えば「第107回日本鋳物協会全国講演大会講演要集」の第81頁「球状黒鉛鋳鉄へのCVDコーティング」

イングの適用効果について」、あるいは「第108回日本鉄物協会全国講演大会講演概要集」の第28頁「鋳鉄におけるCVD被膜の密着性」などの文献には、鋳鉄にTiN、TiCの被膜をCVDにより生成する技術が示されている。なおこれらの文献では、基材（鋳鉄）を強化するためにMn、Cr等の焼入性向上のための合金元素を添加した鋳鉄を用い、CVD処理後に焼入れを施すことも記載されている。

#### 発明が解決すべき問題点

前述のようにCVDもしくはPVDによって基材表面にTiCやTiNなどの硬質被膜を生成させても、基材自体の硬度が低ければ、充分に耐摩耗性を向上させることは困難である。すなわち、CVDやPVDによる被膜は通常数μm程度と薄質であるため、被膜自体は硬質であっても基材が軟質であれば見掛けの表面硬さが低くなり、充分な耐摩耗性が得られない。鋳鉄の場合も、一般にその硬さはHv 200程度以下と低いため、CVDもしくはPVDによる被膜自体が硬質であっても一般

には充分な耐摩耗性を得ることが困難であった。

前述の文献においては、Cr、Mn等の焼入性向上のための合金元素を添加した鋳鉄を用いてCVD処理後に焼入れを施して基材鋳鉄の強化（硬質化）を図ることが記載されているが、このように合金元素を添加して焼入れる場合、合金元素の添加による原料コストの上昇を招く問題があり、そこで合金元素の添加によらずに鋳鉄基材における硬質被膜の下地となる部分の硬度上昇を図って充分に耐摩耗性の向上を図る方法の開発が望まれている。

さらに、前記文献に示されるような合金元素の添加および焼入れによって鋳鉄基材の硬度を上昇させても、それだけでは充分に耐摩耗性を向上させることは困難であった。すなわち、鋳鉄は一般にその表面にまで晶出黒鉛が存在するが、このように黒鉛が表面にあらわれている部分ではCVDやPVDによってTiCやTiNなどの硬質被膜が生成されにくく、また仮に硬質被膜が被覆されたとしても、その黒鉛を覆う部分では硬質被膜に

亀裂や破壊が生じ易い。このように硬質被膜が局部的に生成されなかつたりあるいは硬質被膜に亀裂や破壊が生じたりするなどの異常が発生すれば、硬質被膜自体は著しく硬質であっても下地から剥離し易くなつて、耐摩耗性、耐久性が低下してしまう。したがつて従来の一般的な鋳鉄に対するCVD、PVDによる硬質被膜の生成技術では、たゞえ下地層を硬質化したとしても、硬質被覆の特性を充分に生かして耐摩耗性、耐久性を充分に向上させることが困難だったのである。

この発明は以上の事情を背景としてなされたもので、鋳鉄の耐摩耗性向上のためにCVDもしくはPVDによりTiC、TiNなどの硬質被膜を生成するにあたつて、大幅な原材料コストの上昇を招くことなく下地の鋳鉄表面を硬質化すると同時に、硬質被膜に不生成部分や亀裂、破壊などの異常が生じないようにして、硬質被膜生成による耐摩耗性向上効果を充分に発揮させ、耐摩耗性、耐久性が著しく優れた鋳鉄部材を得ることができるものである。

#### 問題点を解決するための手段

前述の目的を達成するため、この発明の鋳鉄の耐摩耗性向上方法では、CVDもしくはPVDによって鋳鉄表面にTiNやTiCなどの硬質被膜を生成するに先立つて、予め鋳鉄の耐摩耗性を向上させるべき部分の表面にチル化層を生成しておき、そのチル化層の表面を研磨仕上げしてからCVDもしくはPVD処理を行なう。

ここで、チル化の具体的手段としては、レーザ、TIGアーク、電子ビームあるいはプラズマアーク等の高密度エネルギーを用いて鋳鉄の表面層を再溶融・急速再凝固させる方法が代表的である。またPVD処理としてはイオンプレーティングが代表的であり、一方CVD処理としてはプラズマCVDが好ましい。

#### 作用

この発明の方法においては、片状黒鉛鋳鉄や球状黒鉛鋳鉄の如き通常の黒鉛鋳鉄のうち、耐摩耗性を向上させるべき部分、すなわちCVDやPVDにより硬質被膜を生成する部分の表面に予めチ

ル化を施しておく。このチル化は、鋳鉄部材の鋳造時に冷し金を用いることによっても行ない得るが、鋳造後の鋳鉄部材の表面にレーザ、TIGアーク、プラズマアーク、電子ビームなどの高密度エネルギーを照射して、その表面層を再溶融・急速再凝固によりチル化させる方法を適用することが望ましい。すなわちこのような高密度エネルギーを用いた再溶融・急速再凝固によるチル化処理では、鋳造時に冷し金を用いてチル化する方法と比較して、任意の箇所を容易にチル化することができるとともにチル化層の深さを容易に制御することができる。

上述のように高密度エネルギーの照射によるチル化では、先ずその高密度エネルギーの照射によって鋳鉄の表面層が急速に溶融し、続いて照射位置の移動あるいは照射停止によって表面溶融層の熱が急速に母材側へ移動し、急冷凝固される。このような急冷凝固によって、その凝固層は黒鉛を含まないチル化層、すなわち一般にはレーデブライトとバーライトからなる組織のチル化層となる。こ

ーティングが代表的である。またCVDとしては、低温処理が可能であるプラズマCVD法を用いることが望ましい。すなわち一般にCVDは金属化合物塩やその他の反応物質を含むベーパーを高温の母材表面で分解させて、被覆物質を母材表面に析出させる方法であって、本質的に母材表面が高温に加熱されることが不可欠であり、このように母材鋳鉄が高温に加熱された場合、母材表面のチル化層の軟化が生じる結果、硬質被膜を生成しても充分な耐摩耗性が得られなくなるおそれがあるが、CVD法のうちでもプラズマCVD法では比較的低温での処理が可能であるため、母材鋳鉄表面のチル化層の軟化の程度が少なく、したがってこの発明の方法でCVD法を適用する場合、プラズマCVD法を用いることが望ましい。なおこのようにして生成されるTiCやTiN等の硬質被膜の厚みは、製品の用途などに応じて適宜定めれば良く、通常は0.5~5μm程度とする。

以上のようにして処理された鋳鉄の表面付近の断面の状況を第1図に模式的に示す。

のようにして得られたチル化層は、その硬さが元の鋳鉄の硬さ(Hv 200程度)よりも著しく硬くなつて、Hv 650~750程度となる。またこのチル化層は、上述のように黒鉛を含まない組織となっており、したがつてその表面にも黒鉛があらわれない。なおここで、チル化層の厚み(深さ)の下限は特に限定しないが、通常は0.1mm以上とすることが好ましい。チル化層の深さが0.1mm未溝ではCVDもしくはPVDによる硬質被膜生成後に充分な耐摩耗性を発揮することが困難となる。またチル化層の厚みの上限も特に定めないが、高密度エネルギーによる再溶融・再凝固処理では溶融深さが深過ぎれば冷却速度が遅くなつてチル化が弱まり、また処理能率も低下するから、通常は5mm程度以下とすることが好ましい。

次いでチル化層の表面に研磨仕上げを施して平滑化した後、PVDもしくはCVDによって、チル化層の表面にTiCやTiNなどの硬質セラミックで代表される硬質被膜を生成する。セラミックをコーティングするPVD法としてはイオンプレ

第1図において1は片状黒鉛鋳鉄もしくは球状黒鉛鋳鉄などの通常の黒鉛鋳鉄からなる母材であり、この母材鋳鉄1の表面層は前述のようなチル化処理により黒鉛晶出のない硬質なレーデブライト+バーライトの組織からなるチル化層2となっている。そしてこのチル化層の表面上に、CVDもしくはPVDによるTiCやTiN等の硬質被膜3が生成されている。

チル化層2は鋳鉄と比較してその硬さが著しく高くなつており、したがつてチル化層2は硬質被膜3に対するバックアップ層として有効に機能し、無処理の母材鋳鉄表面に直接硬質被膜を生成した場合よりも見掛けの表面硬さを格段に向上させて、耐摩耗性を充分に向上させることができる。

さらに、チル化層は黒鉛が存在しないためその表面に黒鉛があらわれておらず、そのため従来法のように表面の黒鉛部分においてCVDもしくはPVD処理時に硬質被膜が被覆されなかつたりあるいは黒鉛部分で硬質被膜に亀裂や破壊などの異常が生じることが有効に防止され、したがつて硬

質被膜の密着性を良好にして硬質被膜の剥離を防止し、耐摩耗性、耐久性を著しく向上させることができる。

### 実施例

C 3.35 %、Si 2.00 %を含有するJIS FC23の片状黒鉛鋳鉄から、14mm×16mm×25mmの方形ブロックを切出し、その16mm×25mmの面にTIGアークによって再溶融・急速再凝固によるチル化処理を行なった。このTIGアークによるチル化処理においては、電極としてΦ 3.2mmのタンクステン電極を用い、シールドガスとして流量20l/minのArガスを用い、アーク長3mm、電流120A、トーチ速度3mm/secとした。この処理後のチル化層の深さは2mmであった。

次いでチル化層の表面を研磨仕上げして、全体をLFW摩耗試験用のブロック試験片(10.4×6.35×15.7mm)に仕上げた後、チル化層の表面に次の3種の方法によってTiC、TiNの硬質被膜を生成した。

(1)イオンプレーティング法によりTiCの硬質

さを測定した結果を第2図に示す。

第2図から明らかなように、本発明材1、2、3はいずれも比較材A、B、Cと比較して格段に優れた耐摩耗性を有していることが判る。

また比較材Cにおいては、試験後の磨き面においてTiC被膜の剥離が生じていたのに対し、本発明材1、2、3ではいずれも被膜の剥離は認められず、良好な密着状態を示していた。

なお本発明材1の見掛け表面硬さはHv3000程度である。また本発明材2、3はCVD法のうちでも比較的低温で処理可能であるプラズマCVD法を用いて処理温度500°CでTiNもしくはTiCを被覆したのであり、この場合チル化層自体の硬さはプラズマCVD処理前のHv700~750程度からHv450程度に低下するが、TiC被膜形成後の本発明材3の見掛け表面硬さはHv3000に達し、またTiN被膜形成後の本発明材2の見掛け表面硬さはHv1600程度となった。一方比較材Aでは見掛け表面硬さはHv200、比較材BではHv750、比較材CではHv1000といずれも本発明材よりも格段に

被膜を生成した(本発明材1)。

(2)プラズマCVD法によりTiNの硬質被膜を生成した(本発明材2)。

(3)プラズマCVD法によりTiCの硬質被膜を生成した(本発明材3)。

なおいずれも硬質被膜の厚みは3μmとした。

一方、比較材として、JIS FC23の片状黒鉛鋳鉄のままの試験片A、同じ片状黒鉛鋳鉄に前記同様なTIGアークによるチル化処理のみを施した試験片B、および同じ片状黒鉛鋳鉄に対してチル化処理を行なわずにイオンプレーティングにより直接TiC被膜を形成した試験片Cを用意した。

これらの本発明材1~3および比較材A~Cについて、相手材としてSUJ-2を用いて摩耗試験を行なった。摩耗試験条件は次の通りである。

リング回転数: 160rpm

荷重: 150kg

試験時間: 30分

潤滑油: SAE 10W30

試験後、各試験片1~3、A~Cについて摩耗深

低い。耐摩耗性は見掛け表面硬さの増加に伴なって向上すると言われており、前述の耐摩耗試験結果も見掛け表面硬さに良く対応している。

### 発明の効果

以上の実施例からも明らかなように、この発明の方法によれば、予め基材鋳鉄の表面層をチル化してからCVDもしくはPVDによるTiNやTiCなどの硬質被膜を生成することによって、その硬質被膜の下地層部分が著しく硬質なチル化層となり、そのため硬質被膜形成による耐摩耗性向上効果を充分に発揮せることができ、しかも硬質被膜の下地層としてのチル化層は黒鉛が存在していないため、下地層の黒鉛による硬質被膜の異常、例えば黒鉛部分に局部的に硬質被膜が生成されなかったり、黒鉛部分で硬質被膜に亀裂や破壊が生じたりすることを有効に防止することができ、そのため硬質被膜が剥離してしまうことを有効に防止して、耐摩耗性、耐久性を充分に向上させることができる。なおまた、この発明の方法の場合鋳鉄母材に合金元素を特に添加する必要もないた

め、原材料コストの上昇を招くこともない。

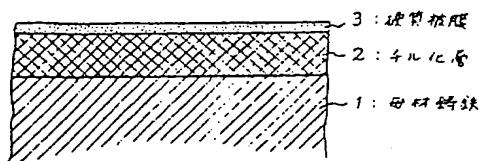
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の方法によって処理された鋳鉄の表面付近の断面構造を模式的に示す断面図、第2図は実施例における本発明材1、2、3および比較材A、B、Cについての摩耗試験結果を示すグラフである。

1…母材鋳鉄、 2…チル化層、 3…硬質被膜。

出願人 トヨタ自動車株式会社  
代理人 弁理士 豊田武久  
(ほか1名)

第1図



第2図

